# ANÁLISE DA PRECIPITAÇÃO PLUVIAL ASSOCIADA AO FENÔMENO EL-NIÑO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IGUAÇU – PARANÁ

Luiz Carlos de AZEVEDO[1]
Jonas Teixeira NERY[2]
Astrid Meira MARTONI[3]
Aparecido Ribeiro de ANDRADE[4]
Sueli ICHIBA[5]

## RESUMO

O objetivo deste trabalho é estudar a variabilidade da precipitação pluvial mensal e anual na bacia do rio Iguaçu, Estado do Paraná. Para tanto se trabalhou com 31 séries desta bacia, no período de 1965 a 2002. Os dados foram cedidos pela Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (SUDERHSA) e Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

Os seguintes parâmetros estatísticos foram utilizados: média, desvio padrão e coeficiente de variação. Também utilizou análises multivariada e se estudou a anomalia destas séries. Analisou-se a precipitação pluviométrica para períodos com eventos El Niño e La Niña.

## INTRODUÇÃO

A bacia do rio Iguaçu localiza-se na região Sul do Brasil, ao Sul do Estado do Paraná. A população da bacia é estimada em 3,3 milhões de habitantes, dos quais 79,4% correspondem à população urbana. As cidades mais importantes situadas na bacia são: Curitiba, São José dos Pinhais, Colombo, Cascavel (parcialmente), Guarapuava, Araucária, Pinhais, Francisco Beltrão e Foz do Iguaçu. A montante da bacia, onde se situa a área metropolitana de Curitiba, existe uma grande concentração populacional e as atividades industriais, comercial e de serviços são as mais importantes, no interior predomina a agropecuária, sendo as culturas de soja e trigo as mais destacadas, havendo ainda pastagens (SUDERHSA, *apud* Andrade, 2003).

A área da bacia situa-se entre as latitudes 25°05'S e 26°45'S e longitudes 48°57'W e 54°50'W, possuindo uma área de drenagem de 69.373 Km$^2$. Seu leito principal possui o comprimento maior de 1275Km, na direção leste-oeste.

A geração de energia hidrelétrica é, também, um fator importante da economia do Paraná. A variabilidade da precipitação é um condicionante essencial no planejamento dessa atividade. Além do conhecimento do regime pluviométrico, do ponto de vista climatológico, é necessário o conhecimento do impacto das variações climáticas, sobre a precipitação. Isso permite adequar o planejamento a essas variações e tornar mais eficiente e racional a utilização de recursos hídricos (Grimm, 1997).

[1] Mestrando em Geografia – PGE/UEM – Universidade Estadual de Maringá, Azevedo_Luca@ibest.com.br.
[2] Prof. Dr. Unesp - Ourinhos – SP, jonas@ourinhos.unesp.br.
[3] Profa. Dra. Do Programa de Mestrado em Geografia – PGE/UEM – Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790 – CEP 87020-900, Maringá – PR, astmeira@pop.com.br.
[4] Prof. Ms. Colaborador Unicentro – Guarapuava- PR – Departamento de Geografia, apaandrade@ibest.com.br
[5] Mestranda em Geografia – PGE/UEM – Universidade Estadual de Maringá, ichiba@uol.com.br

Muitos trabalhos têm sido realizados, estudando a precipitação do Sul do Brasil. Nery (1996) estudaram a precipitação do Sul e Sudeste do Brasil utilizando análise de fatores de agrupamento, mostrando que a região apresenta grande variabilidade sazonal, com ciclo bem definido.

O objetivo deste trabalho é verificar a dinâmica da variabilidade temporal e interanual da precipitação na bacia do rio Iguaçu, definindo períodos de anomalias e estabelecendo grupos homogêneos através de análise das precipitações pluviais.

## MÉTODOS E TÉCNICAS

Foram utilizados dados fornecidos pela Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – SUDERHSA e Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL. Também se analisou dado de pluviosidade mensal e anual, na bacia do rio Iguaçu, utilizando-se um total de 31 estações meteorológicas distribuídas temporalmente no período de 1965 – 2002, nos Estados do Paraná e Santa Catarina (Tabela 1).

**Tabela 1** – Estações pluviométricas com suas respectivas latitudes, longitudes e altitudes.

| Nº | Estação | Município | **Latitude** | **Longitude** | **Altitude(m)** |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | PIRAQUARA | Piraquara | 25º 27' 00" | 49º 04' 01" | 900 |
| 2 | FAZENDINHA | São José dos Pinhais | 25º 31' 09" | 49º 08' 48" | 910 |
| 3 | RIO DA VÁRZEA DOS LIMA | Quitandinha | 25º 57' 00" | 49º 22' 59" | 810 |
| 4 | ITAQUI | Campo Largo | 25º 28' 00" | 49º 34' 00" | 901 |
| 5 | PORTO AMAZONAS | Porto Amazonas | 25º 33' 00" | 49º 52' 59" | 793 |
| 6 | SANTA CRUZ | Ponta Grossa | 25º 12' 00" | 50º 09' 00" | 790 |
| 7 | SÃO BENTO | Lapa | 25º 55' 59" | 49º 46' 59" | 750 |
| 8 | CORUPA (HANSA) | Corupa | 26º 25' 00" | 49º 18' 00" | 200 |
| 9 | RIO PRETO DO SUL | Rio Negro | 26º 13' 00" | 49º 36' 00" | 780 |
| 10 | RIO NEGRO | Rio Negro | 26º 06' 00" | 49º 48' 00" | 770 |
| 11 | SÃO MATEUS DO SUL | São Mateus do Sul | 25º 52' 32" | 50º 23' 22" | 760 |
| 12 | DIVISA | São Mateus do Sul | 26º 05' 29" | 50º 20' 02" | 770 |
| 13 | S. CANOINHAS | Papanduva | 26º 22' 00" | 50º 17' 00" | 765 |
| 14 | FLUVIÓPOLIS | São Mateus do Sul | 26º 01' 09" | 50º 35' 33" | 770 |
| 15 | RIO CLARO DO SUL | Mallet | 25º 56' 00" | 50º 41' 00" | 750 |
| 16 | JANGADA DO SUL | General Carneiro | 26º 23' 13" | 51º 16' 18" | 800 |
| 17 | GUARAPUAVA | Guarapuava | 25º 27' 00" | 51º 27' 00" | 950 |
| 18 | SANTA CLARA | Candói | 25º 37' 59" | 51º 58' 00" | 740 |
| 19 | SALTO CLAUDELINO | Clevelândia | 26º 16' 40" | 52º 17' 46" | 926 |
| 20 | LARANJEIRAS DO SUL | Laranjeiras do Sul | 25º 24' 20" | 52º 24' 15" | 850 |
| 21 | MARIÓPOLIS | Mariópolis | 26º 22' 00" | 52º 34' 00" | 864 |
| 22 | PONTE DO VITORINO | Bom Sucesso do Sul | 26º 03' 01" | 52º 48' 03" | 550 |
| 23 | BALSA DO SANTANA | Itapejara d'Oeste | 25º 54' 54" | 52º 50' 58" | 450 |
| 24 | ÁGUAS DO VERE | Verê | 25º 46' 00" | 52º 55' 59" | 390 |
| 25 | QUEDAS IGUACU (CAMPO NOVO) | Quedas do Iguaçu | 25º 26' 53" | 52º 54' 15" | 550 |
| 26 | CRUZEIRO DO IGUACU – I | Cruzeiro do Iguaçu | 25º 34' 00" | 53º 07' 59" | 450 |
| 27 | SALTO DO LONTRA | Salto do Lontra | 25º 46' 59" | 53º 22' 00" | 552 |
| 28 | SANTO ANTONIO DO SUDOESTE | Santo Antonio do Sudoeste | 26º 04' 06" | 53º 41' 32" | 520 |
| 29 | PÉROLA DO OESTE | Pérola d'Oeste | 25º 49' 59" | 53º 45' 00" | 400 |
| 30 | SALTO CATARATAS | Foz do Iguaçu | 25º 40' 59" | 54º 25' 59" | 152 |
| 31 | PARQUE NACIONAL DO IGUACU | Foz do Iguaçu | 25º 37' 00" | 54º 28' 59" | 100 |

Com base nestas séries, fez-se a análise estatística através de diversos parâmetros para o período, tais como: média, desvio padrão e coeficiente de variação, utilizando o *software Excel*.

Desta forma, depois de calculados os valores de anomalias da precipitação $\left(X_i - \overline{X}\right)$ para cada ano, selecionou-se através da classificação de Trenberth (1997), os anos de 1982, 1983, 1997 e 1998 (anos de El Niño) e 1967, 1968, 1985 e 1988 (anos de La Niña) e o ano de 1978, que apesar de ser considerado ano normal, foi constatada uma variabilidade significativa da precipitação pluviométrica.

Para a elaboração dos grupos homogêneos, utilizou-se o método de classificação hierárquica de Ward, com distância euclidiana. Este método utiliza uma análise de variância para avaliar a distância entre as séries e fornecer uma síntese do conjunto de dados, isenta de subjetividade e justificada em um critério estatístico.
As tabelas de estatística descritivas foram construídas com o *software Estatística,* proporcionando a correlação entre os períodos e mostrando a variabilidade pluvial existente na bacia.

## RESULTADOS

Pode-se observar na Figura 1 que a variação das altitudes na bacia do rio Iguaçu está bem marcada, com valores superiores a 800m, de montante até a parte central dessa bacia. Já a jusante os valores não ultrapassam 300m, podendo-se, dessa forma observar um acentuado declive, o que possibilitou a geração de energia elétrica ao longo dessa bacia.

Na Figura 2 observa-se a variabilidade da precipitação na bacia, com valores de 1700mm a montante e valores de 1900mm a jusante. Outra observação importante é que a parte central da bacia tem valores de precipitação de aproximadamente 1800mm devido à orografia dessa região, que alcança 1200m, em Guarapuava.

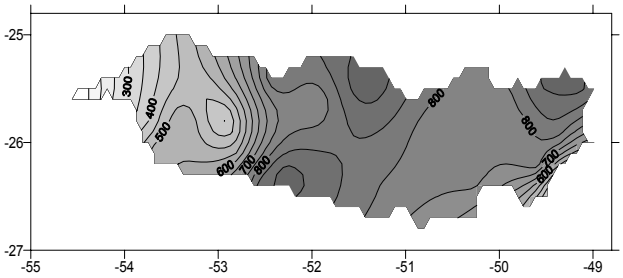


**Figura 1 –** Mapa de altitude (m) da bacia do rio Iguaçu-PR.

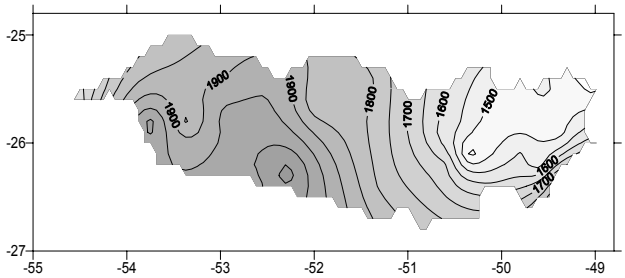


**Figura 2 -** Média anual da precipitação pluvial (mm) na bacia do rio Iguaçu-PR. Período: 1965-2002.

A partir das séries, fez-se a análise estatística através dos seguintes parâmetros, para o período, tais como: média e desvio padrão, Tabela 2.

**Tabela 2 –** Médias anuais, desvios e anos anômalos encontrados na análise dos dados de precipitação na bacia do rio Iguaçu-PR. Período: 1965-2002.

| Estação | $\overline{pp}$ | S | $\overline{pp}$ +S | $\overline{pp}$ -S | Anos Positivos | Anos Negativos |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1408.6 | 283.9 | 1692.5 | 1124.8 | 83, 98 | 68, 71, 85, 88 |
| 2 | 1468.9 | 251.4 | 1720.3 | 1217.6 | 76, 83, 96, 98 | 68, 78, 81, 85 |
| 3 | 1488.4 | 280.2 | 1768.6 | 1208.2 | 83, 90, 96, 98 | 67, 68, 81, 85 |
| 4 | 1518.6 | 298.6 | 1817.2 | 1220.1 | 72, 83, 95, 97, 98 | 65, 67, 68, 81, 85 |
| 5 | 1459.7 | 304.7 | 1764.4 | 1155.0 | 83, 90, 97, 98, 01 | 67, 68, 78, 81, 85 |
| 6 | 1558.7 | 340.9 | 1899.6 | 1217.7 | 82, 83, 90, 96, 98 | 68, 81, 85 |
| 7 | 1503.5 | 339.9 | 1843.4 | 1163.6 | 83, 90, 98 | 68, 74, 78, 81, 85 |
| 8 | 1939.4 | 419.8 | 2359.2 | 1519.6 | 66, 72, 80, 83, 90 | 68, 78, 85, 92, 94 |
| 9 | 1528.9 | 310.9 | 1839.8 | 1218.0 | 83, 90, 98 | 68, 78, 81, 85, 00 |
| 10 | 1554.8 | 298.6 | 1853.4 | 1256.2 | 83, 98 | 67, 68, 81, 85 |
| 11 | 1538.0 | 317.8 | 1855.7 | 1220.2 | 82, 90, 97, 98, 01 | 67, 68, 73, 74, 77, 78, 85 |
| 12 | 1425.6 | 375.6 | 1801.3 | 1050.0 | 83, 90 | 68, 85, 97, 00 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 13 | 1608.9 | 311.6 | 1920.5 | 1297.3 | 79, 80, 86, 90, 97, 98 | 68, 78, 85, 88 |
| 14 | 1651.2 | 530.3 | 2181.5 | 1120.9 | 83, 90, 92 | 85 |
| 15 | 1596.5 | 342.0 | 1938.5 | 1254.5 | 83, 90, 96, 97, 98 | 68, 74, 81, 85 |
| 16 | 1782.6 | 452.9 | 2235.5 | 1329.8 | 83, 90, 97, 98 | 68, 74, 78, 85 |
| 17 | 1824.5 | 358.3 | 2182.8 | 1466.3 | 83, 92, 98, 01 | 67, 68, 77, 78, 85, 88 |
| 18 | 1804.2 | 447.7 | 2251.8 | 1356.5 | 83, 90, 92, 98 | 68, 78, 80, 85 |
| 19 | 2074.5 | 447.9 | 2522.3 | 1626.6 | 66, 69, 83, 90, 94, 96, 98 | 77, 78, 81, 85, 88, 95, 99 |
| 20 | 1943.4 | 374.2 | 2317.5 | 1569.2 | 82, 83, 92, 97, 98 | 66, 78, 85 |
| 21 | 1993.0 | 419.3 | 2412.3 | 1573.8 | 73, 83, 90, 98 | 68, 77, 78, 85 |
| 22 | 1988.7 | 498.1 | 2486.8 | 1490.5 | 83, 90, 98 | 68, 74, 78, 85, 88 |
| 23 | 1953.3 | 449.6 | 2402.9 | 1503.7 | 83, 90, 92, 98 | 78, 85 |
| 24 | 1974.1 | 477.7 | 2451.8 | 1496.4 | 65, 82, 83, 90, 92, 97, 98 | 67, 68, 74, 78, 85, 88 |
| 25 | 1908.9 | 372.1 | 2281.0 | 1536.8 | 65, 83, 90, 97, 98 | 68, 70, 78, 85 |
| 26 | 1915.0 | 400.9 | 2315.9 | 1514.0 | 65, 73, 83, 90, 98 | 67, 78, 85, 88, 91 |
| 27 | 1835.7 | 435.8 | 2271.5 | 1399.9 | 82, 83, 97, 98 | 67, 77, 78, 85, 91, 95 |
| 28 | 1963.0 | 502.1 | 2465.2 | 1460.9 | 83, 90, 96 | 76, 78, 85 |
| 29 | 2027.5 | 429.2 | 2456.7 | 1598.4 | 79, 83, 90, 98 | 66, 67, 68, 78, 85, 91, 95 |
| 30 | 1717.3 | 457.2 | 2174.5 | 1260.1 | 73, 74, 75, 83, 90, 96, 97 | 66, 67, 78, 85, 88, 95 |
| 31 | 1627.0 | 438.6 | 2065.7 | 1188.4 | 72, 83, 90, 96, 98 | 67, 68, 77, 78, 85 |

$\overline{pp}$ - precipitação média anual (mm)  S - desvio padrão (mm)

Através do cálculo do desvio padrão observou-se que não ocorreu variabilidade significativa ao longo de toda a bacia, embora se possa notar valores menores de desvios a montante da referida bacia, com valores de 280mm e valores a jusante da ordem de 480mm (Figura 3), assim onde a precipitação é maior a variabilidade também é maior.

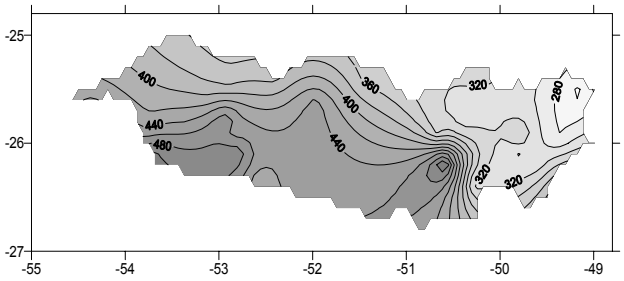


**Figura 3-**Desvio padrão das precipitações pluviais (mm) para a bacia do rio Iguaçu-PR. Período: 1965-2002.

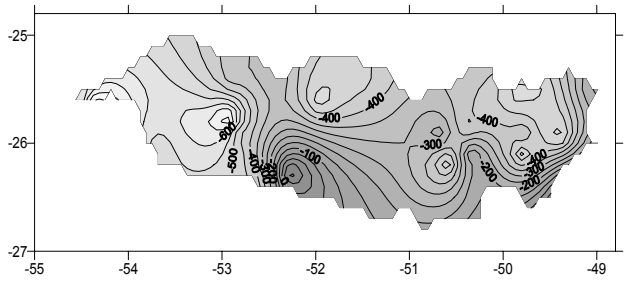


**Figura 4-**Anomalia da precipitação pluvial (mm) para o ano 1967 na bacia do rio Iguaçu-PR.

Foram calculadas anomalias para alguns períodos de eventos El Niño e La Niña. No período de 1967/68 ocorreu o evento La Niña, atuando principalmente nos meses de junho de 1967 a julho de 1968 totalizando um período de 14 meses. Pode-se observar que as anomalias foram negativas ao longo de toda a bacia, nos anos 1967 (Figura 4) e 1968 (Figura 5). Desta forma pode-se observar que, em relação à média anual, a precipitação foi significativamente baixa.

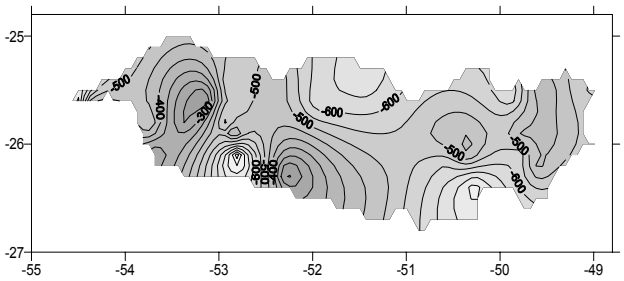


**Figura 5-**Anomalia da precipitação pluvial (mm) para o ano 1968 na bacia do rio Iguaçu-PR

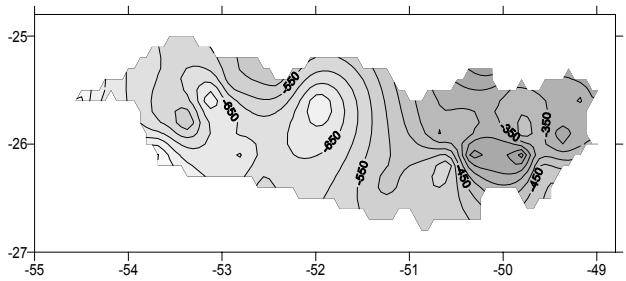


**Figura 6-**Anomalia da precipitação (mm) para o ano 1978 na bacia do rio Iguaçu-PR.

A anomalia calculada para o ano 1978, embora não seja um ano de evento El Niño ou La Niña, apresentou valores negativos (-300 a -600mm) em toda a bacia, mostrando que

também ocorrem anomalias, independente desses fenômenos, sendo, portanto necessário encontrar outra dinâmica climática que possibilite explicar tal anomalia (Figura 6).

No período 1982/83 ocorreu o evento El Niño, considerado o mais intenso dos últimos 100 anos, através de vários estudos climatológicos com ocorrência entre os meses de julho 1982 a dezembro de 1983 totalizando um período de 18 meses. A Figura 7 apresenta as anomalias da precipitação para o ano 1982, podendo-se observar valores positivos em toda a bacia, sendo os maiores valores localizados a jusante dessa bacia (500mm).

O ano de 1983 apresentou valores significativamente maiores em relação ao ano 1982. Pode-se observar valores de 1200mm na parte central e a jusante da bacia. Outra análise importante é que as anomalias foram positivas ao longo de toda a bacia conforme mostra a Figura 8.

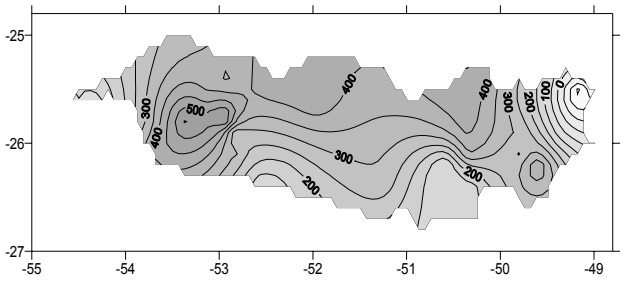


**Figura 7-**Anomalia da precipitação pluvial (mm) do ano1982 na bacia do rio Iguaçu-PR

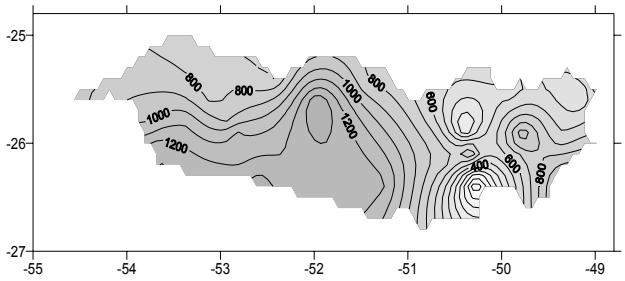


**Figura 8-**Anomalia da precipitação pluvial (mm), no ano 1983 na bacia do rio Iguaçu-PR.

No ano 1985, com evento La Niña atuando nos meses de janeiro a dezembro, totalizando um período de 12 meses (Figura 9), observou-se que as anomalias foram significativamente negativas em toda a bacia, com valores de -550mm a montante e -850mm próximo à jusante, na região sudoeste da bacia.

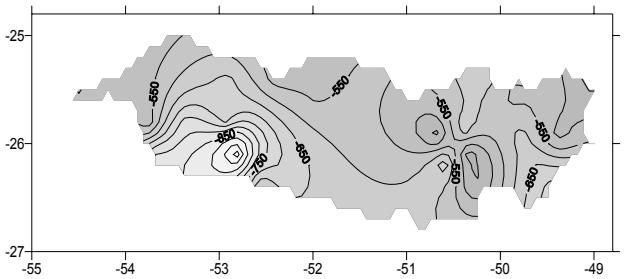


**Figura 9-**Anomalia de precipitação pluvial (mm) no ano 1985 na bacia do rio Iguaçu-PR

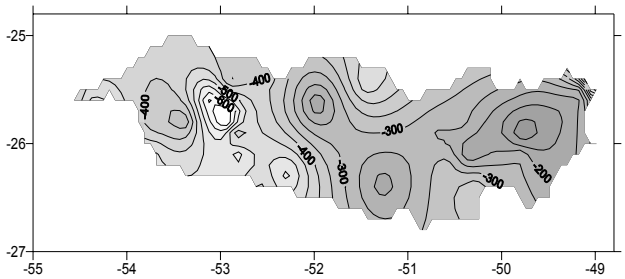


**Figura 10-**Anomalia de precipitação pluvial (mm) do ano 1988 na bacia do rio Iguaçu-PR.

O ano de 1988, ano de La Niña atuando entre abril e dezembro, totalizando um período de 9 meses, apresentou anomalias negativas em toda a bacia, com valores de -300mm a montante da referida bacia e valores -600mm, próximo a jusante dessa bacia (Figura 10). Pode-se observar que comparando as Figuras 9 e 10 a anomalia foi mais intensa no ano de 1985, isto é a precipitação foi menor nesse ano, possibilitando inferir a variabilidade de um evento para outro.

O período 1997/98 foi período de evento El Niño, com ocorrência entre os meses de março de 1997 a outubro de 1998 totalizando um período de 20 meses pela Figura 11, apresenta-se à anomalia da precipitação pluvial para o ano 1997, podendo-se observar valores positivos em toda a bacia, sendo os maiores valores (500mm) localizados em grande parte da bacia em direção a jusante.

O ano de 1998 apresentou valores significativamente maiores e variáveis, comparativamente, a 1997. Pode-se observar valores de 450mm a montante da bacia,

chegando a 950mm a jusante, caracterizando anomalia positiva ao longo da bacia (Figura 12). Em relação ao período 1982/83, pode-se observar que, embora 1997/98 tenha sido um período de intenso El Niño, ainda o período anterior foi mais marcado nessa bacia.

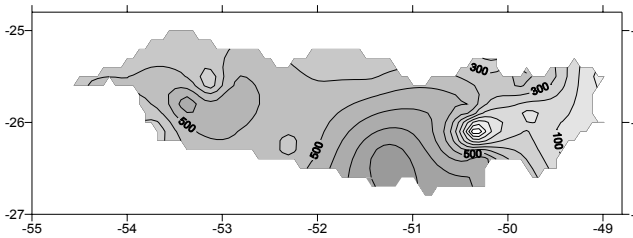


**Figura 11-**Anomalia de precipitação pluvial (mm) do ano 1997 na bacia do rio Iguaçu-PR.

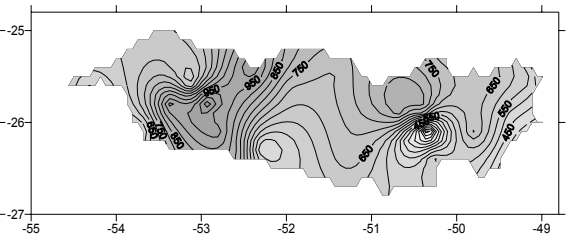


**Figura 12-** Anomalia de precipitação pluvial (mm) do ano 1998 na bacia do rio Iguaçu-PR.

Também foi feita a análise multivariada para gerar áreas homogêneas na bacia. Através do método de Ward, com distância euclidiana foram gerados três grupos homogêneos na bacia do rio Iguaçu, conforme mostra a Figura 13.

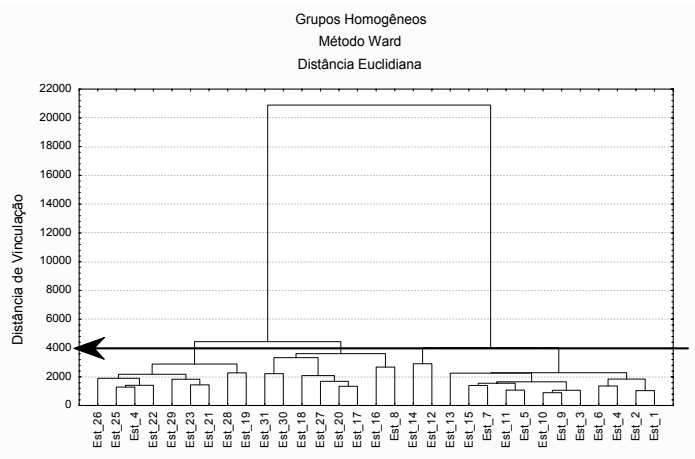


Figura 13 – Dendograma para escolha dos grupos homogêneos

A Figura 14 apresenta os três grupos homogêneos em mapa, sendo que o primeiro grupo se localiza a montante da bacia, com média anual de precipitação de 1700mm. O segundo na parte central da bacia, onde predominam altitudes mais elevadas e também a jusante com as mais baixas altitudes, predominando médias de precipitação pluvial anuais de 1800mm. O terceiro grupo se encontra entre as altitudes de 500 a 800m na região sudoeste da bacia, predominando a maior média anual de precipitação pluvial (1900mm).

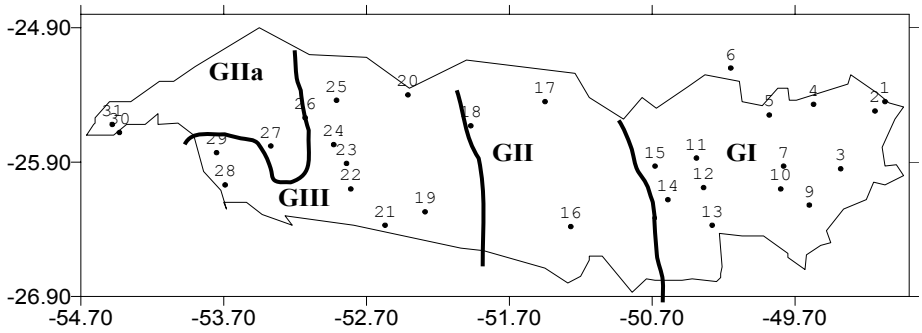


**Figura 14-** Distribuição dos postos pluviométricos e delimitação dos grupos homogêneos.

Tabela 2 – Eventos El Niño e La Niña definidos a partir da temperatura da superfície do mar no Oceano Pacífico para a região do El Niño (1+2) e excedendo valores de 0.4ºC (positivo ou negativo).

| El Niño (1+2) | Duração/Meses | La Niña (1+2) | Duração/Meses |
|---|---|---|---|
| Mar/65 a jan/66 | 11 | Mar/66 a set/66 | 7 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Mar/69 a jan/70 | 11 | Jun/67 a jul/68 | 14 |
| Fev/72 a fev/73 | 13 | Mar/70 a dez/71 | 22 |
| Mai/76 a jan/77 | 9 | Abr/73 a fev/74 | 11 |
| Jun/79 a jan/80 | 8 | Out/74 a jan/76 | 16 |
| Jul/82 a dez/83 | 18 | Jan/85 a dez/85 | 12 |
| Out/86 a dez/87 | 15 | Abr/88 a dez/88 | 9 |
| Nov/91 a jun/92 | 8 | Mai/89 a set/89 | 5 |
| Fev/93 a jun/93 | 5 | Mar/94 a set/94 | 7 |
| Out/94 a fev/95 | 5 | Abr/95 a ago/95 | 5 |
| Mar/97 a out/98 | 20 | Abr/96 a jan/97 | 10 |
| | | Jun/99 a jan/2000 | 8 |
| | | Jun/2000 a jan/2001 | 8 |

**Fonte**: Trenberth (1997), adaptada por Baldo (2000) e atualizada.

Através da estatística descritiva realizada para alguns períodos que representam o fenômeno El Niño e La Niña, pode-se também observar a variabilidade da precipitação pluvial de um ano em relação ao outro conforme mostram as Tabelas 3, 4 e 5.

Tabela 3 – Estatística descritiva do período de Julho/1982 a Dezembro/1983.

| Estacão | Mínimo | Máximo | Q. Inf. | Q. Sup. | S | Média | CV |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 01 | 7.6 | 298.1 | 94.1 | 212.4 | 81.8 | 159.2 | 0.51 |
| 02 | 0.0 | 304.6 | 75.2 | 206.2 | 92.4 | 140.1 | 0.66 |
| 03 | 29.5 | 406.5 | 79.4 | 242.3 | 98.8 | 167.8 | 0.59 |
| 04 | 4.0 | 296.2 | 87.6 | 246.2 | 90.2 | 163.0 | 0.55 |
| 05 | 7.4 | 345.4 | 101.6 | 212 | 91.1 | 162.2 | 0.56 |
| 06 | 0.6 | 434.2 | 97.6 | 258.1 | 111.9 | 185.7 | 0.60 |
| 07 | 20.0 | 472.8 | 114.0 | 252.9 | 116.8 | 197.9 | 0.59 |
| 08 | 25.7 | 678.0 | 133.8 | 270.2 | 145.3 | 237.0 | 0.61 |
| 09 | 15.0 | 488.7 | 109.0 | 260.2 | 113.3 | 186.5 | 0.61 |
| 10 | 23.0 | 476.0 | 96.0 | 289.0 | 117.6 | 183.1 | 0.64 |
| 11 | 0.0 | 415.0 | 112.8 | 181.2 | 96.8 | 159.2 | 0.61 |
| 12 | 33.4 | 536.2 | 117.8 | 223.4 | 122.6 | 185.7 | 0.66 |
| 13 | 0.0 | 295.0 | 60.0 | 187.9 | 96.7 | 135.2 | 0.72 |
| 14 | 23.2 | 529.8 | 113.5 | 228.5 | 134.4 | 192.8 | 0.70 |
| 15 | 21.2 | 516.0 | 112.6 | 227.6 | 129.4 | 184.2 | 0.70 |
| 16 | 36.0 | 766.5 | 169.1 | 253.8 | 165.3 | 233.0 | 0.71 |
| 17 | 6.3 | 510.0 | 144.9 | 282.3 | 144.0 | 225.3 | 0.64 |
| 18 | 19.6 | 711.0 | 131.1 | 383.7 | 179.6 | 262.2 | 0.68 |
| 19 | 37.0 | 829.6 | 178.2 | 283.2 | 181.6 | 260.0 | 0.70 |
| 20 | 27.4 | 520.4 | 140.2 | 321.4 | 131.9 | 229.2 | 0.58 |
| 21 | 40.8 | 781.4 | 142.2 | 294.5 | 184.6 | 261.9 | 0.70 |
| 22 | 22.5 | 655.8 | 132.2 | 321.9 | 163.8 | 253.3 | 0.65 |
| 23 | 20.4 | 687.0 | 134.2 | 292.0 | 187.6 | 251.8 | 0.75 |
| 24 | 14.6 | 903.2 | 121.4 | 281.6 | 223.4 | 255.3 | 0.88 |
| 25 | 15.0 | 449.5 | 138.4 | 286.9 | 107.3 | 223.5 | 0.48 |
| 26 | 0.0 | 628.4 | 112.0 | 284.4 | 167.3 | 228.8 | 0.73 |
| 27 | 21.8 | 887.4 | 123.8 | 282.4 | 217.5 | 250.0 | 0.87 |
| 28 | 44.1 | 732.8 | 119.9 | 272.8 | 218.7 | 257.0 | 0.85 |
| 29 | 54.6 | 582.2 | 121.0 | 331.2 | 165.6 | 248.4 | 0.67 |
| 30 | 7.4 | 498.9 | 98.1 | 296.4 | 138.5 | 204.2 | 0.68 |
| 31 | 9.6 | 510.0 | 82.0 | 250.5 | 141.8 | 208.1 | 0.68 |

Q. Inf. – quartil inferior, Q. Sup. – quartil superior, S– desvio padrão $\overline{pp}$ – precipitação média, CV – coeficiente de variação.

A Tabela 3 apresenta a análise para o período do evento El Niño 1982/83. A precipitação máxima calculada para cada estação apresentou valores significativamente positivos variando entre valores 295mm na estação 13 e valores aproximadamente iguais a 900mm na estação 24. Em relação às médias pode-se observar valores mais homogêneos, oscilando entre 140 e 260mm, aproximadamente. A variabilidade também pode ser

calculada com base na média, no coeficiente de variação e o desvio padrão, podendo-se através da tabela observar significativa variabilidade em toda a bacia durante esses períodos estudados.

O ano de 1985, considerado anômalo para evento La Niña, apresentou valores máximos de precipitação variando de 144 (na estação 5) a 361mm (na estação 20) e média entre 74 e 126mm (Tabela 4).

**Tabela 4 –** Estatística descritiva do período de Janeiro a Dezembro/1985.

| Estacão | Mínimo | Máximo | Q. Inf. | Q. Sup. | S | Média | CV |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 01 | 5.8 | 270.9 | 31.7 | 98.8 | 69.4 | 81.9 | 0.85 |
| 02 | 4.2 | 236.0 | 37.1 | 100.5 | 60.0 | 81.9 | 0.73 |
| 03 | 2.6 | 210.0 | 43.5 | 101.9 | 58.5 | 83.9 | 0.70 |
| 04 | 6.2 | 209.9 | 43.8 | 110.6 | 56.3 | 81.0 | 0.70 |
| 05 | 5.4 | 144.3 | 39.8 | 127.5 | 48.3 | 77.1 | 0.63 |
| 06 | 4.6 | 164.5 | 28.8 | 109.7 | 49.9 | 75.0 | 0.67 |
| 07 | 0.0 | 204.3 | 32.6 | 107.6 | 60.5 | 73.7 | 0.82 |
| 08 | 0.0 | 286.2 | 27.3 | 149.9 | 87.2 | 97.8 | 0.89 |
| 09 | 2.0 | 238.5 | 37.4 | 94.0 | 61.1 | 72.3 | 0.85 |
| 10 | 5.6 | 199.4 | 36.3 | 108.1 | 60.1 | 79.1 | 0.76 |
| 11 | 4.1 | 168.1 | 17.3 | 113.9 | 57.6 | 75.0 | 0.77 |
| 12 | 7.2 | 191.8 | 33.4 | 105.8 | 56.8 | 83.8 | 0.68 |
| 13 | 12.7 | 294.4 | 37.8 | 130.2 | 89.3 | 97.6 | 0.91 |
| 14 | 5.6 | 197.1 | 17.3 | 107.8 | 67.1 | 80.0 | 0.84 |
| 15 | 13.6 | 305.0 | 22.2 | 110.5 | 87.2 | 97.7 | 0.89 |
| 16 | 32.8 | 289.5 | 49.7 | 121.2 | 74.1 | 98.4 | 0.75 |
| 17 | 40.9 | 231.6 | 60.4 | 116.0 | 59.4 | 105.1 | 0.57 |
| 18 | 14.8 | 276.4 | 43.5 | 159.7 | 81.0 | 104.5 | 0.78 |
| 19 | 53.6 | 249.8 | 65.5 | 162.1 | 70.4 | 114.8 | 0.61 |
| 20 | 26.4 | 360.6 | 52.7 | 147.8 | 104.7 | 118.1 | 0.89 |
| 21 | 48.9 | 277.1 | 56.9 | 175.1 | 75.2 | 116.1 | 0.65 |
| 22 | 0.0 | 185.1 | 33.5 | 118.3 | 56.6 | 80.2 | 0.71 |
| 23 | 12.6 | 223.2 | 38.0 | 134.8 | 64.5 | 89.8 | 0.72 |
| 24 | 13.4 | 346.8 | 52.1 | 148.7 | 103.3 | 110.0 | 0.94 |
| 25 | 27.2 | 282.3 | 45.1 | 154.0 | 80.7 | 103.0 | 0.78 |
| 26 | 27.0 | 292.6 | 44.1 | 151.6 | 91.1 | 103.8 | 0.88 |
| 27 | 4.0 | 220.6 | 42.4 | 133.7 | 68.0 | 89.2 | 0.76 |
| 28 | 0.0 | 195.7 | 44.9 | 135.3 | 59.7 | 97.3 | 0.61 |
| 29 | 20.4 | 255.6 | 63.3 | 175.7 | 77.0 | 125.7 | 0.61 |
| 30 | 27.4 | 188.4 | 58.1 | 125.8 | 47.0 | 95.5 | 0.49 |
| 31 | 19.7 | 223.2 | 48.9 | 128.0 | 59.2 | 93.5 | 0.63 |

Q. Inf. – quartil inferior, Q. Sup. – quartil superior, S – desvio padrão $\overline{pp}$ – precipitação média, CV – coeficiente de variação.

A Tabela 5 apresentou valores de precipitação pluvial para o período 1997/98, considerado de evento El Niño intenso. Pode-se notar valores de 260mm, aproximadamente na estação 12 e valores de 570mm, na estação 24. Desta forma pode-se observar variabilidade significativa nos valores máximos dentro da bacia, nesse período, e também variabilidade de um ano para outro e dentro do mesmo evento. Os valores das médias em cada caso analisado também apresentaram significativa variabilidade de um evento para outro, mesmo quando se analisou dois El Niños intensos (1982/83 e 1997/98).

Tabela 5 – Estatística descritiva do período de Março/1997 a Outubro/1998.

| Estacão | Mínimo | Máximo | Q. Inf. | Q. Sup. | S | Média | CV |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 01 | 23.5 | 294.2 | 75.6 | 191.4 | 74.9 | 137.9 | 0.54 |
| 02 | 27.4 | 328.9 | 79.9 | 218.4 | 90.2 | 154.1 | 0.59 |
| 03 | 40.4 | 286.6 | 68.2 | 204.7 | 78.0 | 148.9 | 0.52 |
| 04 | 22.0 | 395.4 | 72.8 | 250.8 | 103.5 | 173.7 | 0.60 |
| 05 | 41.9 | 343.3 | 101.8 | 244.5 | 88.4 | 174.0 | 0.51 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 06 | 20.0 | 497.8 | 66.7 | 215.6 | 111.5 | 162.2 | 0.69 |
| 07 | 38.2 | 330.1 | 60.4 | 231.0 | 93.9 | 157.6 | 0.60 |
| 08 | 35.7 | 387.5 | 79.5 | 249.5 | 103.3 | 167.4 | 0.62 |
| 09 | 15.1 | 279.8 | 59.1 | 247.3 | 91.1 | 156.4 | 0.58 |
| 10 | 21.4 | 340.2 | 88.4 | 246.9 | 95.9 | 170.4 | 0.56 |
| 11 | 31.1 | 350.7 | 99.9 | 269.9 | 103.4 | 184.7 | 0.56 |
| 12 | 16.1 | 269.4 | 82.7 | 184.6 | 74.8 | 134.4 | 0.56 |
| 13 | 14.5 | 416.5 | 121.3 | 282.7 | 104.8 | 195.8 | 0.54 |
| 14 | 22.9 | 348.6 | 78.9 | 239.5 | 98.1 | 168.6 | 0.58 |
| 15 | 48.0 | 402.8 | 109.1 | 301.4 | 113.0 | 198.1 | 0.57 |
| 16 | 76.8 | 468.4 | 121.0 | 300.8 | 112.2 | 217.1 | 0.52 |
| 17 | 47.2 | 493.4 | 92.6 | 273.9 | 119.7 | 201.6 | 0.59 |
| 18 | 57.1 | 394.3 | 131.4 | 277.6 | 94.8 | 211.0 | 0.45 |
| 19 | 57.6 | 548.5 | 119.4 | 278.0 | 118.5 | 216.1 | 0.55 |
| 20 | 69.1 | 478.8 | 133.5 | 369.6 | 127.3 | 238.9 | 0.53 |
| 21 | 60.1 | 448.6 | 143.9 | 295.7 | 115.1 | 230.5 | 0.50 |
| 22 | 35.3 | 514.9 | 169.6 | 306.7 | 115.6 | 238.6 | 0.48 |
| 23 | 25.3 | 412.3 | 144.9 | 333.3 | 115.0 | 235.6 | 0.49 |
| 24 | 46.8 | 576.3 | 152.7 | 323.9 | 130.0 | 251.0 | 0.52 |
| 25 | 16.8 | 427.9 | 132.4 | 280.2 | 115.6 | 213.7 | 0.54 |
| 26 | 0.0 | 458.7 | 90.8 | 259.4 | 110.4 | 196.4 | 0.56 |
| 27 | 26.2 | 395.4 | 163.8 | 320.8 | 111.0 | 240.5 | 0.46 |
| 28 | 0.0 | 500.0 | 14.7 | 371.0 | 176.2 | 208.9 | 0.84 |
| 29 | 30.0 | 338.9 | 121.9 | 294.8 | 101.1 | 221.3 | 0.46 |
| 30 | 38.2 | 367.6 | 95.0 | 277.2 | 101.5 | 195.1 | 0.52 |
| 31 | 28.7 | 372.1 | 91.9 | 248.9 | 103.2 | 188.2 | 0.55 |

Q. Inf. – quartil inferior, Q. Sup. – quartil superior, S– desvio padrão $\overline{pp}$ – precipitação média, CV – coeficiente de variação.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A bacia do rio Iguaçu apresenta uma precipitação pluvial média anual de 1800mm. A variabilidade pluvial dessa bacia está fortemente vinculada principalmente aos fenômenos El Niño e La Niña, pois, em anos de ocorrência de tais fenômenos as anomalias são mais significativas, destacando-se o período de junho/1982 a outubro/1983 e março/1997 a outubro/1998 (positiva); e janeiro a dezembro/1985 e abril a dezembro/1988 (negativa). Entretanto, a variabilidade também ocorre em anos considerados normais, como ocorreu no ano de 1978, mas é menos significativa, constatando que nem sempre a variabilidade está associada a tais fenômenos.

## BIBLIOGRAFIA

ANDRADE, A. R, 2003**. Variabilidade da Precipitação Pluviométrica na Bacia Hidrográfica do Rio Ivaí – Paraná**. Dissertação de Mestrado em Geografia. Departamento de Geografia da Uem. Maringá, 99 Pp.

BALDO, M. C. E NERY, J. T, 1999. Análise da Estrutura e Variabilidade Interanual da Precipitação Pluviométrica na região Sul do Brasil: Revisão Bibliográfica. **Boletim De Geografia**. DGE/UEM, Ano 17- Número 1 –1999.

DEL CONTE, J.H.F. 2000. **Relação de parâmetros meteorológicos do Estado do Paraná associados com índice da Oscilação Sul**. Tese de Mestrado em Geografia. Maringá.

GRIMM, A.M., GUETTER, A K., CARAMORI, P.H. 1997. *El Niño no Paraná: O que pode esperar em cada região*. Uma análise científica. **SIMEPAR** – Informativo, n.1.

MAACK, R. 1981. **Geografia Física do Estado do Paraná.** Rio de Janeiro: Livraria José Olympio editora.

NERY, J.T.; SILVA, W.C.; MARTINS, M.L.O.F. 1996a. Aspectos geográficos e estatísticos da precipitação do Estado do Paraná. **Revista UNIMAR.** 18(4): 777-89.

NERY, J.T.; SILVA, E.S.; MARTINS, M.L.O.F. 1994. Estudo da variabilidade pluviométrica do Estado do Paraná. **Revista UNIMAR.** 16(3): 505-24.

NIMER, E. 1979. **Climatologia do Brasil.** Superintendência dos Recursos Naturais e Meio Ambiente, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Série Recursos Naturais e Meio Ambiente, Rio de Janeiro: IBGE. N. 24, 421pp.

TRENBERTH, K.E. 1997. The definition of El Niño. **Bulletin of the American Meteorological Society.** 78(12): 2771-7.